تأثير تراكيز مختلفة من الكربون الحيوي Biochar في نشاط بكتريا العقد الجذرية *Rhizobium leguminosarum* ونمو نبات الباقلاء *Vicia faba* L.

رباب مجيد عبد نغم سعدون

الملخص

بهدف الكشف عن عمل الكربون الحيوي **Biochar** في نشاط بكتريا العقد الجذرية ***Rhizobium leguminosarum*** ونمو نبات الباقلاء نفذت هذه الدراسة في البيت البلاستيكي التابع لقسم علوم الحياة/كلية التربية للعلوم الصرفة/جامعة ديالى في اثناء الموسم الزراعي **2015-2016**. استخدم في هذه الدراسة ثلاثة تراكيز من الكربون الحيوي **Biochar** (**0.1, 0.3 , 0.5**)% من وزن التربة وضعت في أكياس بلاستيكية سعة **1** كغم. أظهرت النتائج تفوق معاملة التركيز **0.1** % كربون حيوي على بقية المعاملات في زيادة صفات النمو المدروسة التي تضمنت عدد الأفرع/نبات، عدد الأزهار/ نبات الوزنين الطري والجاف للمجموع الخضري، المساحة الورقية، الوزنين الطري والجاف للمجموع الجذري ، الكلوروفيل **b** والكلوروفيل الكلي وكانت (**15**، **10.66**، **26.55**غم ، **5.08** غم ، **61.52** سم^2 ، **16.7** غم، **1.94** غم، **7.65** ملغم، **15.733** ملغم) على التوالي، وذلك بالمقارنة مع معاملة السيطرة التي سجلت (**9**، **9.33**، **18.74**غم، **2.23**غم، **43.27** سم^2، **8.36** غم، **0.47**غم ، **3.78** ملغم ، **9.4** ملغم) على التوالي، أما نسبة إنبات البذور وارتفاع نبات الباقلاء والكلوروفيل **a** فقد أظهرت النتائج زيادة غير معنوية، كما أشارت نتائج البحث الى حصول انخفاض معنوي في عدد العقد الجذرية نتيجة المعاملة بالكربون الحيوي. بينت الدراسة الحالية ان أفضل نمواً لنبات الباقلاء كان عند معاملة النباتات بالتركيز **0.1** % من الكربون الحيوي .

المقدمة

نظراً للزيادة الحاصلة في عدد السكان على سطح الأرض الذي من المرجح ان يصل الى **9** بلايين نسمة في العام **2050** وحسب منظمة الغذاء العالمية فان البشرية تواجه شحة في الغذاء .لذا يجب التأكد من وجود نظام غذائي صحي مما يستوجب البحث عن طرق لتحسن النمو والإنتاجية للنبات ،ومن بين هذه الطرق ،هي استخدام الأحياء المجهرية المحفزة لنمو النبات **Plant growth promoting microorganisms** كما بين **Compant** (**9**) ومن هذه قسم علوم الحياة ،كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة ديالى الأحياء بكتريا العقد الجذرية**Rhizobium spp.** التي تتميز بقدرتها على تثبيت النتروجين في النباتات البقولية كنبات الباقلاء ***Vicia faba* L.** فهي تُعدّ من أهم المخصبات الإحيائية التي شاع استخدامها للحد من استخدام الأسمدة الكيميائية (**11**).

تُعدّ الباقلاء ***Vicia faba* L.** أحد المحاصيل الشتوية التابعة للعائلة البقولية ،إذ تحتوي بذورها على نسبة عالية من البروتين التي تقدر بما يقارب من **40-25**% وهذا يزيد من أهمية المحصول لارتفاع قيمته الغذائية فضلاً عما تحتويه بذوره من كاربوهيدرات التي تصل نسبتها في أغلب الأصناف الى **56**%،كما وتعود أهمية محصول الباقلاء الى قدرته على تحسين صفات التربة من خلال تثبيته للنتروجين الجوي في التربة عن طريق العقد الجذرية بالتعايش مع بكتريا الرايزوبيوم. لذا فهو يدخل في التعاقب المحصولي (الدورة الزراعية) لتحسين خواص التربة (**1**).

كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة ديالى، ديالى، العراق.

يعدّ استخدام الكربون الحيوي الناتج من التحلل الحراري لبقايا النباتات من الوسائل الأخرى المهمة في تحسين نمو النبات كما بينLehmann(16)،إذ تتميز الترب الغنية بالكاربون الحيوي بمستويات عالية من العناصر الغذائية المهمة لنمو النبات كالنتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم (13, 20)، لذا نجد إنه في العقد الأول من هذا القرن اتجه العديد من الباحثين نحو استخدام الكربون الحيوي لما له من عمل غير مباشر في تحسين نمو النبات وزيادة إنتاجيته من خلال عمله المباشر في تحسين صفات الترب الفيزيائية والكيميائية كما بين LeCroy (15)،أذ يعمل الكربون الحيوي على زيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء، زيادة تهويتها ، زيادة مسامية التربة ،المحافظة على قيمة معتدلة للأس الهيدروجيني بالإضافة الى عمله المهم في زيادة ثباتية التربة ضد عوامل التعرية والانجراف و قدرته على الاحتفاظ بالمغذيات. لذا فهو يزيد من جاهزية المغذيات في التربة (19).أظهرت العديد من الدراسات التي أجريت ضمن ظروف الحقل او البيت الزجاجي أن المعاملة بالكربون الحيوي أدت الى زيادة النمو الخضري والجذري وإنتاجية النباتات كما بين Jeffery (14)، بينت دراسةMajor (18) إن إضافة الكربون الحيوي الى الحقل بواقع 20 طن/ هكتار أدت الى زيادة في نسبة إنتاجية نبات الذرة من 28 % الى 140 % وذلك بالمقارنة مع الحقول غير المعاملة بالكربون الحيوي . كما حصلت زيادة ملحوظة في إنتاجية نبات الرز وزيادة محتواه من العناصر الغذائية والفسفور الجاهز في التربة عند المعاملة بالكربون الحيوي بواقع 16 طن / هكتار(7).وبينت دراسة أُجريت من قبل Schulz وجماعته (23)حصول زيادة معنوية في نمو نبات الشوفان التي تضمنت الكتلة الحيوية وارتفاع النبات كما حصلت زيادة في حاصل الحبوب بالإضافة الى حصول زيادة في محتوى النبات من النتروجين والفسفور .يؤدي الكربون الحيوي عملاً واضحاً ومهماً في النشاط الإحيائي للتربة، إذ اظهرت الدراسات التي أجراها عدد من الباحثين إن للكربون الحيوي عملاً قد يكون غير مباشر في أعداد الأحياء المجهرية في التربة سواء أكانت فطرية ام بكتيرية ، فقد تبين من خلال إحدى الدراسات ان إضافة الكربون الحيوي إلى التربة أدى إلى حصول زيادة في الأعداد الكلية لفطريات وبكتريا التربة الذي يعزى حصوله الى تغيير في النشاط الإنزيمي في التربة والرايزوسفير مما قد يكون له عمل مشجع في تحفيز نمو هذه الأحياء(17). ونظراً لعدم وجود دراسات كافية توضح تأثير الكربون الحيوي في احياء التربة المفيدة للنبات كبكتريا العقد الجذرية لذا تهدف هذه الدراسة الى ما يأتي :

1- دراسة تأثير تراكيز مختلفة من الكربون الحيوي Biochar في بعض معايير النمو الخضري والجذري لنبات الباقلاء النامي تحت ظروف البيت البلاستيكي .

2-دراسة تأثير تراكيز مختلفة من الكربون الحيوي Biochar في كفاءة بكتريا العقد الجذرية *Rhizobium leguminosarum* على تحسين نمو نبات الباقلاء .

المواد وطرائق البحث

أُجريت التجربة في البيت البلاستيكي التابع لقسم علوم الحياة /كلية التربية للعلوم الصرفة /جامعة ديالى في اثناء العام 2015-2016 بهدف دراسة تأثير تراكيز مختلفة من الكربون الحيوي Biochar في بكتريا العقد الجذرية و نمو نبات الباقلاء *Vicia faba*.استخدمت في هذه التجربة تربة مزيجية – رملية تم وضعها في أكياس بلاستيكية سوداء بواقع 1 كغم/كيس وتمت إضافة الكربون الحيوي بمزجه مع الطبقة السطحية للتربة وبواقع ثلاثة تراكيز (0.5 0.1, 0.3) % من وزن التربة ووزعت المعاملات على ما يأتي :

المعاملة	تركيز Biochar
معاملة السيطرة	0 %
معاملة 1	0.1 %
معاملة 2	0.3 %
معاملة 3	0.5 %

زرعت بذور محصول الباقلاء **Vicia faba** صنف محلي بواقع ثلاث بذور لكل كيس و خففت بعد الإنبات لتصبح نباتين لكل كيس. كررت المعاملات ثلاث مرات للحصول على **12** وحدة تجريبية وزعت حسب التصميم تام العشوائية.

وبعد مرور **45** يوماً من الزراعة تم اخذ القياسات التالية :

نسبة الإنبات

تم حسابها من خلال حساب عدد البذور النابتة بعد عشرة أيام من الزراعة وحسب المعادلة التالية :

تم حساب النسبة المئوية للزيادة حسب المعادلة التالية :

النسبة المئوية للزيادة = (معاملة الإضافة – معاملة السيطرة \ معاملة السيطرة) × 100

ارتفاع النباتات (سم) : تم قياس ارتفاع النباتات بواسطة مسطرة مترية من قاعدة الساق إلى قمة النبات .

عدد الأفرع نبات ؛ عدد الأزهار/نبات

عدد العقد الجذرية/نبات : تم حسابها يدوياً بعد قلع الجذور من التربة مباشرة .

الوزنان الطري والجاف للمجموع الخضري والجذري (غم)

أخذ الوزن الطري للمجموع الخضري بعد قلع النباتات من التربة بواقع **2** نباتين لكل معاملة وتم فصل المجموع الخضري عن المجموع الجذري من منطقة قاعدة الساق وتم قياس الوزن الطري باستخدام الميزان . وللحصول على ألوزن الجاف فقد تم وضع العينات النباتية في أكياس ورقية مثقبة وجففت في فرن كهربائي على درجة حرارة **70** م^{o} لحين ثبوت الوزن (**2**).

تقديرالمساحة الورقية بطريقة وحدة المساحة (سم^{2}/ورقة)

يحدد شكل أوراق النبات بالقلم الرصاص على الورق ثم تقص هذه الأوراق وتوزن كل ورقة و تحدد مساحة هذه الورقة وتوزن على ميزان حساس يتم إيجاد مساحة ورق النبات حسب ما جاء في **Saieed** (**21**).

محتوى الأوراق من الكلوروفيل a, b والكلي

لغرض قياس محتوى الأوراق من الكلوروفيل **a , b** والكلوروفيل الكلي تم وزن **0.25** غرام من الورقة الثالثة من النبات ووضعت في قنينة زجاجية معتمة ذات حجم **50** مل و أضيف إليها **25** مل من الأسيتون والإيثانول بنسبة **1:4**(حجم/حجم) وحضنت القناني الزجاجية بعد غلقها بإحكام في حاضنة مظلمة على درجة حرارة من **25 – 30**م^{o} لمدة **24**ساعة ثم تم جمع المستخلص. أعيدت عملية الاستخلاص مرة ثانية بإضافة **25** مل من مزيج الأسيتون والإيثانول ومرة ثالثة بإضافة **10** مل من مزيج الأسيتون والإيثانول ليصل حجم المستخلص النهائي إلى **60** مل وقيست الكثافة الضوئية بواسطة جهاز المطياف الضوئي وعلى الطولين الموجيين **663** ، **645** نانو ميتراً وحسب ما جاء في **Agarwal** وجماعته (**3**).

تم تقدير الكلوروفيل **b, a** والكلي حسب المعادلات الموصوفة من قبل **Arnon**(**6**) التي هي :

كلوروفيل **a** (ملغم \ غرام) = $\frac{V}{W\times1000}\times$ A645 × 2.69 - A663 × 12.7

كلوروفيل **b** (ملغم \ غرام) = $\frac{V}{W\times1000}\times$ A663 × 4.68 – A645 × 22.9

الكلوروفيل الكلي (ملغم \ غرام) = $\frac{V}{W\times1000}\times$ A663 × 8.02 + A645 × 20.2

إذ إن :

A = الكثافة الضوئية ؛ **V** = الحجم النهائي للمحلول المستخلص ؛ **W** = وزن النسيج الطري

نفذت الدراسة حسب تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وتمت مقارنة المتوسطات باستخدام إختبار أقل فرقاً معنوياً (LSD) **Least Significant Deference** عند مستوى احتمالية **0.05** وذلك باستخدام برنامج **SPSS** الإصدار **17.0**.

النتائج والمناقشة

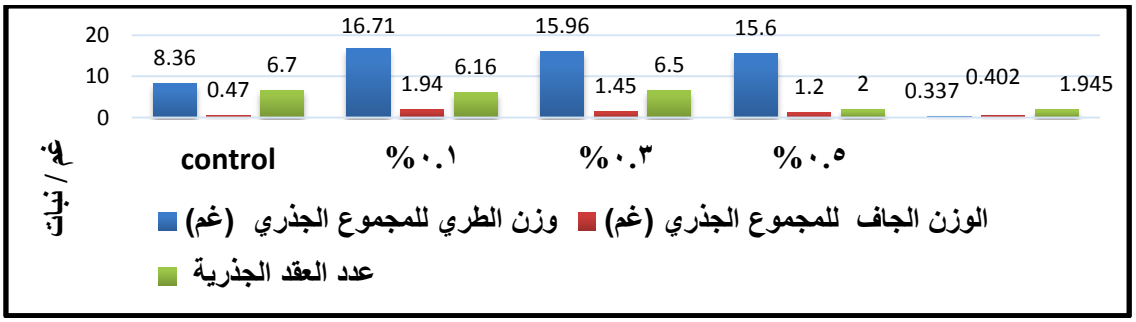
صفات النمو الخضري والجذري

أظهرت النتائج المبينة في جدول **1** إن إضافة الكربون الحيوي (**Biochar**) وبالتراكيز (**0.1, 0.3 ,0.5**) **%** أدى الى حصول زيادة في بعض صفات النمو الخضري لنبات الباقلاء النامي تحت ظروف البيت البلاستيكي التي تضمنت إرتفاع النبات، عدد الأزهار، عدد الأفرع، الوزن الطري الخضري، الوزن الجاف الخضري والمساحة الورقية. إذ يبيَن الجدول حصول زيادة معنوية في كل من عدد الأزهار ، عدد الأفرع ، الوزن الخضري الطري ، الوزن الخضري الجاف والمساحة الورقية، وقد أعطت المعاملة بالتركيز **0.1 %** المتوسط الأعلى الذي بلغ (**15**، **10.66**، **26.55** غم، **5.08**غم ، **61.52**سم^2) للصفات المذكورة على التوالي وبنسبة زيادة مقدارها (**66.7**) **%** لعدد الأزهار، (**14.3**) **%** لعدد الأفرع،(**41.7**) **%** للوزن الخضري الطري ،(**127.8**) **%** للوزن الخضري الجاف و(**42.2**) **%** للمساحة الورقية وذلك بالمقارنة مع معاملة السيطرة التي كانت (**9**، **9.33**، **18.74**غم، **2.23** غم، **43.27** سم^2) ،كما بينت النتائج حصول انخفاض واضح في المساحة الورقية عند زيادة تركيز الكربون الحيوي المضاف الى التربة وذلك مقارنة بمعاملة السيطرة . وقد تعزى الزيادة الحاصلة في نمو النبات عند معاملته بالكربون الحيوي الى زيادة محتوى النبات من الكلوروفيل وكما مبين في شكل**2** مما يسبب زيادة في معدل البناء الضوئي مما يترتب منه حصول زيادة في محتوى النبات من الكربوهيدرات (**28**) . نتيجة لطبيعة الكربون الحيوي ذات المسامية العالية يكون لها تأثير كبير في تحسين خصائص التربة الكيميائية والفيزيائية مما ينعكس بشكل إيجابي على نمو النبات ،إذ وجد ان اللون الغامق الذي تكتسبه اتربة نتيجة لإضافة الكربون الحيوي إليها يسبب تغيرا في الديناميكية الحرارية للتربة مما يحسن من إنبات البذور (**12**). كما أكدت دراسة **Vaccari** وجماعته (**27**) حصول تغيير في الخصائص الكيميائية للتربة عند إضافة الكربون الحيوي مما أدى الى تحسين نمو نبات الطماطة وزيادة محتواه من العناصر الغذائية . تتفق النتائج الحالية مع دراسة **Egamberdieva** (**10**) التي أشارت الى انخفاض معايير نمو النبات بزيادة تركيز الكربون الحيوي وهذا ما أكدته أيضا دراسة **Upadhyay** (**26**) على نبات الخس. يبَين شكل **1** حصول زيادة معنوية في معايير النمو الجذري لنبات الباقلاء النامي تحت ظروف البيت البلاستيكي التي تضمنت الوزن الجذري الطري، الوزن الجذري الجاف و عدد العقد الجذرية، إذ يشير شكل البياني الى تفوق المعاملة بالتركيز **0.1 %** على بقية المعاملات وأعطت المعاملة بالتركيز **1%** المتوسط الأعلى لكل من الوزن الجذري الطري والوزن الجذري الجاف والبالغين (**16.71** و **1.94**)غم على التوالي وبنسبة زيادة مقدارهما(**99.8**) **%** للوزن الجذري الطري و(**312.8**)% للوزن الجذري الجاف وذلك بالمقارنة مع معاملتي السيطرة اللتين كانت (**16.7** و**1.94**) غم على التوالي. من جانب اَخر أشارت نتائج البحث الى حصول انخفاض معنوي في عدد العقد الجذرية في معاملات إضافة الكربون الحيوي جميعها وعند التراكيز المستخدمة جميعها وبينت النتائج ان التركيز **0.5**% قد سجل المتوسط الأقل (**2**) عقد جذرية وبنسبة إنخفاض مقدارها (**69.2**) **%** بالمقارنة مع معاملة السيطرة التي سجلت المتوسط الأعلى والبالغ (**6.7**) .

جدول 1 :تأثير تراكيز مختلفة من الكربون الحيوي Biochar في نسبة الإنبات ، ارتفاع النباتات، عدد الأزهار ، عدد الأفرع ، الوزن الخضري الطري، الوزن الخضري الجاف والمساحة الورقية لنبات الباقلاء النامي تحت ظروف البيت البلاستيكي

المعاملة	نسبة الإنبات (%)	إرتفاع النباتات (سم)	عدد الأزهار / نبات	عدد الأفرع / نبات	الوزن الخضري الطري (غم / نبات)	الوزن الخضري الجاف (غم/ نبات)	المساحة الورقية (سم^2 / ورقة)
السيطرة	66.67	40.63	9	9.33	18.74	2.23	43.27
تركيز 0.1 %	100	45.76	15	10.66	26.55	5.08	61.52
تركيز 0.3 %	86.67	43.83	10.66	10.33	23.92	3.57	45.54
تركيز 0.5%	66.67	42.66	10.33	10	20.34	2.52	33.79
L.S.D. عند مستوى0.05	غير معنوية	غير معنوية	1.721	0.635	1.487	0.569	5.451

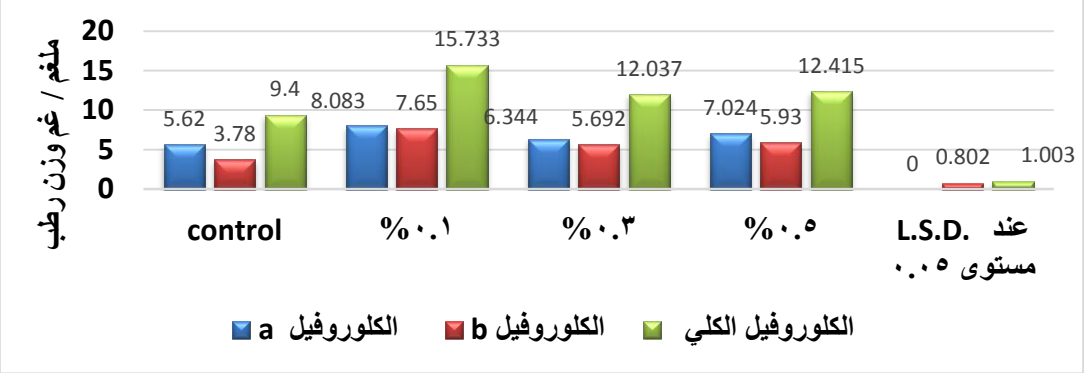
تتفق النتائج ألمذكور أنفاً مع ما ورد في دراسة Biederman (8) التي بينت نتائجه الى زيادة في الكتلة الحيوية للمجموع الجذري نتيجة لإضافة الكربون الحيوي لنبات فول الصويا، ما الانخفاض الحاصل في عدد العقد الجذرية نتيجة لإضافة الكربون الحيوي الى التربة فقد يعزى الى أسباب عديدة منها، الزيادة التوصيلية الكهربائية في التربة كما بين Sato (22) وزيادة محتوى التربة من النتروجين الجاهز مما يقلل من الحاجة الى تثبيت النتروجين وبالتالي انخفاض في نشاط بكتريا العقد الجذرية وعدد العقد الجذرية (24). وتتفق هذه النتيجة مع دراسة Agboola(4) التي أشارت الى حصول زيادة في جميع معايير نمو نبات فول الصويا جميعها عند المعاملة بالكربون الحيوي مع إنخفاض واضح في عدد العقد الجذرية، ان حصول زيادة في عدد العقد الجذرية نتيجة للمعاملة بالكربون الحيوي (5، 28) .



شكل1: تأثير تراكيز مختلفة من الكربون الحيوي Biochar في الوزنين الطري والجاف للمجموع الجذري وعدد العقد الجذرية لنبات الباقلاء النامي تحت ظروف البيت البلاستيكي.

فيما يخص النتائج المبينة في شكل 2 ،فتشير الى حصول زيادة في محتوى النبات من الكلوروفيل a نتيجة المعاملة بالكربون الحيوي إلاّ إنها لم تكن زيادة معنوية، إذ سجل التركيز 0.1% من الكربون الحيوي المتوسط الأعلى البالغ (8.083 ملغم) مقارنة بالتركيزين (0.5, 0.3)% والبالغين (6.344 و7.024)ملغم على التوالي أما معاملة السيطرة فقد سجلت المتوسط الأقل الذي بلغ (5.62) ملغم. كما يشير شكل 2 الى حصول زيادة معنوية في محتوى النبات من الكلوروفيل b والكلوروفيل الكلي نتيجة للمعاملة بالكربون الحيوي ،وقد تفوقت المعاملة بالتركيز 0.1% معنوياً على بقية المعاملات وأعطت المتوسطات الأعلى البالغتين (7.65 و15.733) ملغم لكل من محتوى النبات من الكلوروفيل b ومحتواه من الكلوروفيل الكلي وبنسب زيادة بلغت (34.4، 29، 102.4)% لمحتوى النبات من الكلوروفيل b و(31.1، 26.7، 67.3)% لمحتوى النبات من الكلوروفيل الكلي وذلك بالمقارنة مع

التركيزين (0.5, 0.3)% ومعاملة السيطرة على التوالي، في حين سجلت معاملة السيطرة المتوسط الأقل البالغ (3.78 ملغم) لمحتوى النبات من الكلوروفيل b و(9.4 ملغم) لمحتوى النبات من الكلوروفيل الكلي. تتفق هذه النتيجة مع دراسة Agegnehua وجماعته (5) التي أشارت الى حصول زيادة معنوية في محتوى نبات الفول السوداني من الكلوروفيل نتيجة لمعاملتها بالكربون الحيوي.



شكل 2 :تأثير تراكيز مختلفة من الكربون الحيوي Biochar في محتوى الأوراق من الكلوروفيل a،b الكلي لنبات الباقلاء النامي تحت ظروف البيت البلاستيكي.

التوصيات

1–إجراء دراسة للمقارنة بين النباتات في استجابتها للمعاملة بالكربون الحيوي.

2–دراسة تأثير إضافة الكربون الحيوي في حاصل النبات .

3–إجراء دراسة مختبرية لمعرفة تأثير الكربون الحيوي في نمو احياء التربة المجهرية النافعة للنبات.

المصادر

1- إبراهيم، رائد حمدي (2011).استجابة صنفين من الباقلاء *Vicia faba* L. للرش بالزنك. مجلة الكوفة للعلوم الزراعية .3(2):85–92.

2- الصحاف، فاضل حسين (1989).تغذية النبات التطبيقي. وزارة التعليم والبحث العلمي .جامعة بغداد، العراق

3- Agarwal, R. M.; R. R. Dias and R. A. S. Chauhan (1986). Growth of Vigna unguiculates L.var GWL. K 3 Bin Sub-optiml moisture condilion as influenced by certnin anti transpirants. Plant and Soil.,91:31-42.

4- Agboola, K. and S. A. Moses (2015). Effect of Biochar and Cowdung on Nodulation, Growth and Yield of Soybean (Glycine max L. Merrill). International journal of agriculture and biosciences, 4(4):154-160 .

5- Agegnehua, G.; A. M. Bassb; P. N. Nelsona; B. Muirheadc; G. Wrightd and M. I. Birda (2015). Biochar and biochar-compost as soil amendments: Effects on peanut yield, soil properties and greenhouse gas emissions in tropical North Queensland, Australia. Agric., Ecosystems and Environment,213:72-85.

6- Arnon, D. E. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplast.Pl. Phys.,24:1-5.

7- Asai, H.; B. K. Samson; H. M Stephan; K. Songyikhangsuthor; K. Homma; Y. Kiyono; Y. Inoue; T. Shiraiwa and T. Horie (2009). Biochar amendment techniques for upland rice production in northern laos: soil physical properties , leaf SPAD and grain yield . Field Crops Research . 111:81-84.

8- Biederman, L. A. and W. S. Harpole (2013). Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis. GCB Bioenergy,5:202-214.
9- Compant, S.; C. Clément and A. Sessitsch (2010). Plant growth-promoting bacteria in the rhizo-and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. Soil Biol. Biochem.,42:669 - 678.
10- Egamberdieva, D.; S. Wirth; E. Behrendt; E. Abd-Allah and G. Berg (2016).Biochar Treatment Result Edina Combined Effect on Soybean Growth Promotion and a Shift in Plant Growth Promoting Rhizobacteria. Frontiers in Microbiology,7:1-11 .
11- Flores-Félix, J. D.; E. Menéndez and L. P. Rivera (2013). Use of Rhizobium leguminosarum as a potential biofertilizer for Lactuca sativa and Daucus carota crops. J Plant Nutr Soil Sci.,176(6):876 - 882
12- Genesio, L.; F. Miglietta; E. Lugato; S. Baronti; M. Pieri and F. P. Vaccari (2012). Surface albedo following biochar application in durum wheat. Environmental Resource Letters,7: 8.
13- Glaser, B.; L. Ha maier; G. G ggenberger and W. Zech (2001). The Terra Preta phenomenon: a model for sustainable agriculture in humid tropics. Naturwissenschaften, 88: 37-41.
14- Jeffery, S.; F.G.A. Verheijen; M. Van Der Velde and A.C. Bastos (2011).A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis. Agric. Ecosyst. Environ.,144:175-187.
15- LeCroy, C.; A. M. Caroline; A. R. Jennifer; C. H. William and J. S. Jonathan (2013). Nitrogen, biochar, and mycorrhizae: Alteration of the symbiosis and oxidation of the char surface. Soil Biology and 16-Biochemistry,58: 248- 254.
16- Lehmann, J. (2006). Black is the new green. Nature 442, 10.
17- Lehmann, J.; M.C. Rillig; J. Thies; C. A. Masiello; W. C. Hockaday and D. Crowley (2011). Biochar effects on soil biota-A review. Soil Biol. Biochem., 43: 1812-1836.
18- Major, J.; M. Rondon; D. Molina; S.J. Riha and J. Lehmann (2010). Maize yield and nutrition during 4 years after biochar applaction to a colombian savanna oxisol . plant and soil,333:117-128 .
19- Nigussie, A.; E. Kissi; M. Misganaw and G. Ambaw (2012). Effect of Biochar Applicatio n on Soil Properties and Nutrient Uptake of Lettuces (Lactuca sativa) Grown in Chromium Polluted Soils. American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.,12(3):369-376.
20- Prendergast-Millera, M. T.; B. M. Duvalla and S. P. Sohi (2013). Biochar–root interactions are mediated by biochar nutrient content and impacts on soil nutrient availability . European Journal of Soil Sci.,1-13.
21- Saieed, N. T. (1997). Studies of variation in primary productivity morphology in relation to elective improvement of broad - leaved tree pecies. Ph. D. Thesis. National Univ. Ireland.
22- Sato, R. (2014). The use of sewage sludge biochar for soil amendment and its ipact on soybean growth and rhizobia. undergraduate division .
23- Schulz, H.; G. Dunst and B. Glaser (2014). No Effect Level of Co-Composted Biochar on Plant Growth and Soil Properties in a Greenhouse Experiment. Agronomy,4:34-51.

24- Sprent, J. I. and P. Sprent (1990). Nitrogen fixing organisms-Pure and Applied Aspects. Chapman and Hall, London.
25- Suppadit, T.; N. Phumkokrak and P. Poungsuk (2012). The effect of using quail litter biochar on soybean (Glycine max L. Merr.) production. Chilen journal of agricultural research, 72(2):244-251.
26- Upadhyay, K. P. (2015) . The influence of biochar on crop growth and the colonization of horticultural crops by arbuscular mycorrhizal fungi. PhD. thesis , University of Queensland.
27- Vaccari, F. P.; A. Maienza; F. Miglietta; S. Baronti; S. Di Lonardo; L. Giagnoni; A. Lagoma rsino; A. Pozzi; E. Pusceddu; R. Ranieri; G. Valboa, and L. Genesio (2015). Biochar stimulates plant growth but not fruit yield of processing tomato in a fertile soil. Agriculture, Ecosystems and Environment, 207:163-170 .
28- Vivas, A.; A. Marulanda; J. M. Ruiz-Lozano; J. M. Barea and R. Azcón (2003). Influence of a Bacillus spp. on physiological activities of two Arbuscular Mycorrhizal fungi and on plant responses to PEG-induced drought stress . Mycorrhiza.13:249-256.

EFFECT OF DIFFERENT CONCENTRATIONS OF *Biochar* ON ACTIVITY OF ROOT- NODULES BACTERIA *Rhizobium leguminosarum* AND GROWTH OF LEGUME PLANT *Vicia faba* L.

R. M. Abed **N. Saddon**

ABSTRACT

To detect the role of Biochar in the activity of root nodules bacteria *Rhizobium leguminosarum* and the growth traits of the legume plant, This study was carried out in greenhouse that belong to Biology Department-College of Education for Pure Science- Diyala University during 2015-2016 season. The study included treatment with three concentrations of *Biochar* (0.1,0.3,0.5)% Which are placed in 1 kg plastic bags, The results showed that the treatment with 0.1% *Biochar* Was significantly higher to other treatments in increasing the studied growth parameters which included the number of branches, number of flowers, fresh and dry weights of shoot, leaf area, fresh and dry weights of root, chlorophyll b and total chlorophyll which were (15, 10.66, 26.55g, 5.08g, 61.52 cm^2, 16.7g, 1.94g, 7.65mg, 15.733mg) Respectively In comparison with the treatment of control which was (9, 9.33,18.74g, 2.23g, 43.27cm^2, 8.36g ,0.47g, 3.78 mg, 9.4 mg) Respectively. As for the ratio of germination, plant height and chlorophyll a The results show that the increase was not significant. The results also indicated to a significant decrease in the number of root nodules with the addition of *Biochar*, The results of the study showed that the best growth of the plant was obtained at a concentration of 0.1% of *Biochar* .

College of Education for Pure Sci., Diyala Univ., Diyala, Iraq.